

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

СЕРПУТЬКО АНАТОЛІЙ ПЕТРОВИЧ

УДК 621.373

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОСИГНАЛІВ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ
АЛГОРИТМІВ РОБОТИ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

8.05090103 «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2017

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук,
в.о. завідувача кафедри радіотехнічних систем
Дунець Василь Любомирович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри біотехнічних систем
Хвостівський Микола Орестович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 26 лютого 2017 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №26 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-612.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. В сучасних ринкових умовах спостерігається значний прогрес у розвитку радіотехнічних систем (РТС) і широке їх застосування у різних галузях діяльності людини. Процедура проектування РТС включає у свою структуру етап експериментального налагодження і випробувань РТС шляхом відпрацювання алгоритмів обробки радіосигналів.

Натурні дослідження (випробування та налагодження) РТС зумовлені складністю інтерпретації отриманих результатів (отримують шляхом обробки радіосигналів) в умовах експерименту із зміни умовами та вимагають великих фінансових і часових затрат.

Одним із методів, який уможлиблює процедуру якісного попереднього дослідження роботи РТС на базі діючих алгоритмів обробки радіосигналів із мінімальними затратами експерименту є метод імітаційного моделювання.

Аналізом наукових праць встановлено, що імітаційне моделювання здійснюється на базі імітаторів, в ядрі є яких лежить математична модель радіосигналів в каналах зв'язку у вигляді емпіричного, детермінованого та випадкового представлень.

Емпіричні моделі адекватно описують радіосигнали та дають змогу апроксимують результати експериментальних вимірювань шляхом вимірювання радіосигналу в реальних РТС з його відновленням за результатами експерименту [3]. Така модель не дає змогу проводити дослідження РТС в широкому діапазоні умов (без впливу різного роду факторів).

Детерміновані моделі описують фундаментальні уявлення про поширення радіосигналів [Соколова А.В., Борзова А.Б., Сухаревського О.І., Васильця В.А., Корнєєва Ю.А.] в геометричних та електричних середовищах з високим ступенем адекватності імітації. Проте модель такого типу не ураховує у своїй структурі фактору випадковості, що є притаманним для умов реального експерименту.

Статистичні моделі описують радіосигнали як випадкові процеси у вигляді ймовірнісних моделей. Перевагою відомих статистичних моделей [Введенського Б.А., Кловського Д.Д., Галкіна А.П., Самойлова А.Г., Басса Ф.Г., Фукса І.М., Кларка Р.Х. (Clarcke R.H.), Потапова А.А.] є можливість адекватного опису радіосигналів із урахуванням фактору випадковості. Моделі такого типу знайшли найбільшого застосування при моделюванні і розробці імітаторів радіосигналів в РТС із різними середовищами їх передачі. Оскільки реальні радіотехнічні сигнали характеризують окрім випадковості та властивістю періодичності, тому відомі статистичні моделі не відображають ці властивості в поєднанні.

Тому розроблення імітаційної моделі радіосигналів із урахуванням властивостей випадковості із періодичності є актуальною науковою задачею при адекватному дослідженні алгоритмів обробки реальних РТС.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розробка імітаційної моделі радіосигналів для тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести огляд відомих математичних та імітаційних моделей радіосигналів з метою вибору напрямку наукового дослідження.

2. Розробити імітаційну модель радіосигналів, яка уможливилює врахування у своїй структурі параметри випадковості та періодичності для адекватного дослідження алгоритмів обробки реальних РТС.

3. Провести процес імітаційного моделювання радіосигналів.

4. Розробити програмне забезпечення для проведення процесу імітаційного моделювання радіосигналів.

Об'єкт дослідження: процес імітаційного моделювання радіосигналів для тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем.

Предмет дослідження: імітаційна модель радіосигналів.

Методи дослідження. Для програмної реалізації імітації радіосигналу використано теорію випадкових процесів та пакет прикладних програм MATLAB 2014a.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше розроблено імітаційну модель радіосигналу у вигляді амплітудо-модульованих періодично подовжених сум синусоїд з експонентційним затуханням на характерних часових рівнях із випадковими значеннями амплітуд та їх тривалостей, яка дає змогу по відомих параметрах моделювати радіосигнали різної структури із високою вірогідністю відтворення експериментальних сигналів для тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що комп'ютерна програма, яка реалізовує алгоритм імітаційного моделювання дає змогу провести процедуру тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем.

Апробація. Викладені в дипломній роботі результати доповідалися і обговорювалися на V міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2016р.).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 109 сторінках, списку використаних джерел з 39 назв на 4 сторінках, додатків на 26 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 140 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу та порівняння відомих імітаційних моделей радіосигналів в каналах зв'язку обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «аналіз моделей радіосигналів в радіотехнічних системах зв'язку» проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці.

Відомі детерміновані моделі радіосигналів в каналах зв'язку не ураховують у своїй структурі фактору випадковості, що є притаманним для сигналів в реальних радіотехнічних системах.

Статистичні моделі радіосигналів урахують у своїй структурі властивість випадковості і є найбільш поширеними при побудові алгоритмів роботи радіотехнічних систем.

Реальні радіотехнічні сигнали по своїй природі є періодичними, тобто його миттєві значення в часі повторюються, та випадковими (зумовлено впливом різних як внутрішніх так і зовнішніх факторів). Тому відомі статистичні моделі не уможливають в повній мірі розробити адекватні алгоритми роботи РТС із урахуванням усіх параметрів реальних сигналів.

Тому розроблення нової моделі радіосигналів, які уможливають урахування у своїй морфологічних параметрів, та параметрів періодичності і випадковості є актуальною науковою задачею при дослідженні алгоритмів обробки реальних РТС.

У другому розділі «Математична модель радіосигналу» побудовано математичну модель радіосигналу у вигляді адитивної суміші корисного амплітудно-модульованого радіосигналу та завади типу білого гаусівського шуму для задачі тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем зв'язку.

У третьому розділі «Імітаційне моделювання радіосигналу» розроблено імітаційну модель радіосигналу у каналах зв'язку радіотехнічних систем, яка враховує в собі механізм формування сигналу, поєднуючи властивість випадковості із повторністю, що є властивим для експериментальних сигналів. Імітаційна модель радіосигналу в межах періоду T зображена у вигляді синусоїди з експонентційним затуханням на характерних часових рівнях, що дає змогу по відомих параметрах моделювати радіосигнали з високою точністю їх відтворення для тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем.

У четвертому розділі «Експериментальне дослідження комп'ютерного імітаційного моделювання радіосигналу в середовищі MATLAB» за допомогою програмного забезпечення Matlab розроблено програму для імітування радіосигналів із графічним інтерфейсом користувача, за допомогою якого можна легко згенерувати любий тип РС (рис.1).

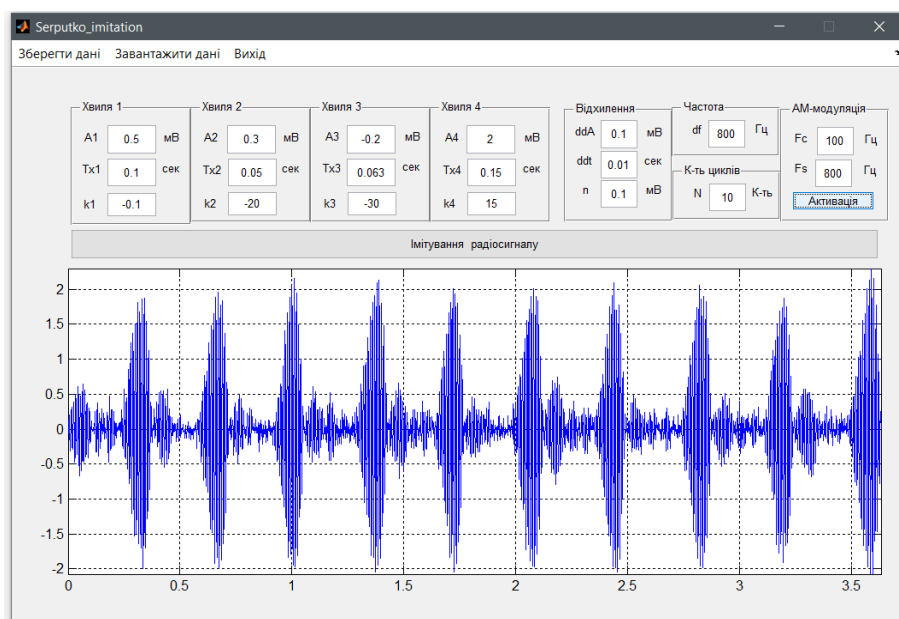


Рис. 1. AM-імітований РС при $N=10$ та дисперсії шуму $0,1 \text{ мВ}^2$

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано програму MATLAB як програмне середовище для проведення експериментальних досліджень.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить **80951,4** грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» сформульовані рекомендації по питанням охорони праці при роботі з радіотехнічною системою шляхом аналізу негативного впливу електричного струму на обслуговуючий персонал при роботі із системою, способів нормування та захисту від його дії. У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано заходи організаційно-технічного характеру протипожежного захисту на виробництві радіотехнічної системи.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що при проведенні виробничих процесів монтажу і складання радіотехнічної системи застосовано технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище.

У додатках наведено тексти програм, розроблені для ПК (ОС Windows 10).

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі магістра розв'язано актуальну наукову задачу розроблення імітаційної моделі радіосигналів для тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті проведеного порівняльного аналізу відомих імітаційних моделей радіосигналів сформульовано основні вимоги до моделі: врахування випадковості та періодичності сигналу для задач вірогідного тестування роботи алгоритмів роботи радіотехнічних систем.

2. Розроблено імітаційну модель радіосигналу, яка на відміну від відомих, враховує у своїй структурі властивість випадковості та періодичності (циклічності), що дало змогу вірогідно відтворити експериментальний радіосигнал по відомих його параметрам (параметрична ідентифікація).

3. Розроблено програму із графічним інтерфейсом користувача для імітації радіосигналів з метою тестування роботи алгоритмів роботи радіотехнічних систем.

Установлено, що отримані імітовані реалізації радіосигналів забезпечують повне відтворення форми експериментальних радіосигналів за часовими та амплітудними параметрами, що підтверджує факт вірогідності імітування та адекватності тестування роботи алгоритмів роботи радіотехнічних систем.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Хвостівська Л.В. Імітаційне моделювання сигналів для тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем / Л.В.Хвостівська, В.Л.Дунець, А.П.Серпутько / Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – С.123-124.

АНОТАЦІЯ

Серпутько Анатолій Петрович. Імітаційне моделювання радіосигналів для тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 8.05090103 – Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2017.

Дипломну роботу присвячено розробленню комп'ютерної імітаційної моделі радіосигналів. У роботі вперше розроблено імітаційну модель радіосигналу в межах одного періоду у вигляді амплітудо-модульованої суми продовжених по часовій осі хвиль радіосигналу, а із врахуванням періодичності – у вигляді амплітудо-модульованої суми продовжених по всій часовій осі k -их періодів радіосигналів.

Розроблена модель дає змогу по відомих параметрах моделювати радіосигнали із високою вірогідністю відтворення і врахуванням у собі поєднання властивостей повторності із випадковості.

Ключові слова: радіосигнал, модуляція, математична модель, імітаційна модель, моделювання, верифікація, радіотехнічна система.

ANNOTATION

Anatoly Serputko. Simulation radiosignals for testing algorithms of radiosystems. - Manuscript.

Master's diplom work on specialty 8.05090103 - Radioelectronic equipment, systems and complexes, Ternopil National Technical University Pulyu, Ternopil, 2017.

Thesis is dedicated to the development of computer simulation model of radiosignals. For the first time developed a simulation model within one signal period in the form of amplitude-modulated extended amount of time axis by radiowaves, and taking into account the frequency - in the form of amplitude-modulated amounts extended across the time axis k -s periods radiosignal. The model enables to simulate the known parameters of radio signals of reproduction and high reliability in consideration of a combination of properties repetition of the stochastics.

Keywords: radiosignal, modulation, mathematical model, simulation model, simulation, verification, radiosystem.